

⑫ 公開特許公報(A) 平3-263878

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)11月25日

H 01 L 31/04

7522-4M H 01 L 31/04

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑭ 発明の名称 光起電力装置

⑰ 特 願 平2-63099

⑱ 出 願 平2(1990)3月14日

⑲ 発 明 者 佐 野 景 一 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
 ⑲ 発 明 者 岩 多 浩 志 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
 ⑲ 発 明 者 能 口 繁 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
 ⑳ 出 願 人 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地
 ㉑ 代 理 人 弁理士 西野 卓嗣 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

光起電力装置

2. 特許請求の範囲

(1) pin接合型光起電力装置を構成するp層、或るいはn層の内、少なくとも1層を微結晶半導体にて形成すると共に、p層-i層間、或るいはi層-n層間の少なくとも一方に10～100Åの絶縁性薄膜を挿入して成る光起電力装置。

(2) pn接合型光起電力装置を構成するp層を微結晶半導体、n層を多結晶半導体にて形成すると共に、p層-n層間に10～100Åの絶縁性薄膜を挿入して成る光起電力装置。

(3) 前記接合間に挿入される絶縁性薄膜は、酸化膜、窒化膜、又は炭化膜である上記請求項第1項、又は第2項記載の光起電力装置。

3. 発明の詳細な説明

(イ)産業上の利用分野

本発明は太陽光発電、或るいは光検出等に用いられる光起電力装置に関する。

(ロ)従来の技術

非晶質半導体を光活性層とする光起電力装置は既に知られており、その基本構成は光透過を許容するガラス等の基板上にITO、SnO₂等の透過性導電酸化物(以下TCOと略記する)から成る受光面電極を基板の導電性表面としてpn、pin等の半導体接合を備える半導体膜と、該半導体膜とオーミック接触する背面電極と、をこの順序で積層してある。

又、ステンレス等の金属を基板とし、この上に半導体接合を備える半導体膜と、TCOの受光面電極をこの順序で積層したものもある。現存する光起電力装置の殆どは光入射側に設けられるp型やn型の一導電型の不純物層は、この層における光吸収を可及的に抑圧するためにワイドギャップ材料である水素化非晶質シリコンカーバイド(以下a-SiC:Hと略記する)が用いられている。

更に、最近の研究では上記a-SiC:Hに代わって高い開放電圧(V_{oc})を得るために微結晶化膜を用いることが試みられている(H. Sasaki et

al.: Proc. of P.V.S.E.C.-2, 4, 6, 7頁参照)。

(ハ) 発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記のような微結晶、又は多結晶半導体には欠陥の多い粒界が存在するため、その粒界を介したリークにより光起電力装置の性能（例えば光-電変換効率）が低下するという問題があった。

本発明が解決しようとする課題はかかる従来技術の問題点に鑑み、高い開放電圧を得るために、光起電力装置に微結晶、又は多結晶半導体を使用することによる該光起電力装置の性能低下を防ぐことのできる構造を開発することである。

(ニ) 課題を解決するための手段

第1の発明はpin接合型光起電力装置を構成するp層、或るいはn層の内、少なくとも1層を微結晶半導体にて形成すると共に、p層-i層間、或るいはi層-n層間の少なくとも一方に10～100Åの絶縁性薄膜を挿入して成る光起電力装置である。

又、第2の発明はpn接合型光起電力装置を構成

i型非品質シリコン(5)、及びn型非品質シリコン(6)は1.3～5.6 MHzのグロー放電法により次の第1表の条件に基づき成膜したものである。

尚、第1表の条件に従って作られた窒化シリコン膜(4)の比抵抗は $1 \times 10^{11} \Omega \text{ cm}$ 以上であった。

第1表

番号	基板温度 (°C)	基板圧力 (Torr)	RFパワー (W)	ガス組成比 (%)	膜厚 (Å)
3	200	0.3	100	$\text{CH}_4/\text{SiH}_4=50$ $\text{R}_2\text{H}_2/\text{SiH}_4=1$ $\text{SiH}_4/\text{R}_2=1$	100 150
4	200	0.3	30	$\text{NH}_3/\text{SiH}_4=0.5\sim1.2$ $\text{SiH}_4/\text{R}_2=0.1\sim1.0$	10 100
5	200	0.3	20	SiH_4 100	4000 6000
6	200	0.3	20	$\text{PH}_3/\text{SiH}_4=2$	300 500

次に第2図は第1図の実施例において窒化シリコン膜(4)の膜厚を変化させたときの光-電変換効率との関係を示す曲線図である。

するp層を微結晶半導体、n層を多結晶半導体にて形成すると共に、p層-n層間に10～100Åの絶縁性薄膜を挿入して成る光起電力装置である。

(ホ) 作用

上記の構成を有する光起電力装置は、微結晶、又は多結晶半導体の欠陥粒界によるリークを防ぎ、高い光-電変換効率を得ることができる。

(ヘ) 実施例

以下本発明の光起電力装置を図面に基づき詳細に説明する。

第1図は第1実施例の積層構造を示す断面図であり、(1)はガラス等の透光性を有する基板、(2)は SnO_2 、ITO等のTCOから成る受光面電極、(3)は微結晶半導体としての水素化微結晶シリコンカーバイド（以下 $\mu\text{c-SiC:H}$ と略記する）のp層、(4)は絶縁性薄膜としての窒化シリコン膜、(5)は非品質半導体としてのi型の非品質シリコン、(6)は同じくn型非品質シリコン、(7)はAl、ITO/Ag等の表面電極である。

上記 $\mu\text{c-SiC:H}$ (3)、窒化シリコン膜(4)、

この図を見れば明らかなように、窒化シリコン膜(4)の膜厚は10～100Åの間で、従来（略9.8%）よりも高く、特に15～70Åの間では変換効率が11%を超える値となっている。

第3図は第2実施例の積層構造を示す断面図であり、第1実施例と異なる部分は、前記i型非品質シリコン(5)と表面電極(7)との間に挿入された窒化シリコン膜(8)と、この窒化シリコン膜(8)と前記表面電極(7)との間に挿入されたn型微結晶シリコン(9)を用いた点である。このように窒化シリコン膜(8)をi型非品質シリコン(5)の両側に配置する構造とすることにより、例えば

一方の窒化シリコン膜(4)の膜厚が20Åの時、他方の窒化シリコン膜(8)を挿入しないときは略11.5%の光-電変換効率であったが、それを挿入した時には11.9%にまで光-電変換効率が上がった。

更に、第4図は第3実施例の積層構造を示す断面図であり、第1実施例と異なる部分は、前記p型 $\mu\text{c-SiC:H}$ (3)とi型非品質シリコン(5)との

図に挿入された絶縁性薄膜としての炭化シリコン膜(10)を用いたところである。この炭化シリコン膜(10)の成膜条件はガス組成比において $\text{C:H}_2/\text{Si:H}_2 = 0.7 \sim 2.0$ 、 $\text{Si:H}_2/\text{H}_2 = 0.1 \sim 1.0$ である以外は前記窒化シリコン膜(4)の成膜条件と同じに設定した。又、この場合の炭化シリコン膜(10)の比抵抗の値は $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以上の高抵抗に設定した。

その結果、炭化シリコン膜(10)の膜厚を30Åとしたときに、最大の変換効率12.1%を得ることができた。

そして第5図は第4実施例の積層構造を示す断面図であり、(11)は $\mu\text{-SiC:H}$ のp層、(12)は絶縁性薄膜としての炭化シリコン膜、(13)は多結晶シリコンのn層、(14)は裏面電極、(15)は集電極である。このpn接合型光起電力装置の例において、炭化シリコン膜(12)の成膜条件は前記第3実施例の炭化シリコン膜(10)と同じである。

そしてこの実施例では炭化シリコン膜(12)の膜厚が10～100Åの間で変換効率が14.5～

17.2%のものを得ることができた。

以上のように微結晶、又は多結晶半導体層による粒界を介したリーク電流は高抵抗の絶縁性薄膜によって緩和され、光起電力装置の光-電変換効率は向上する。

尚、絶縁性薄膜としては上記の窒化シリコンや炭化シリコンの他に、酸化シリコンを用いても同様の効果が期待できる。

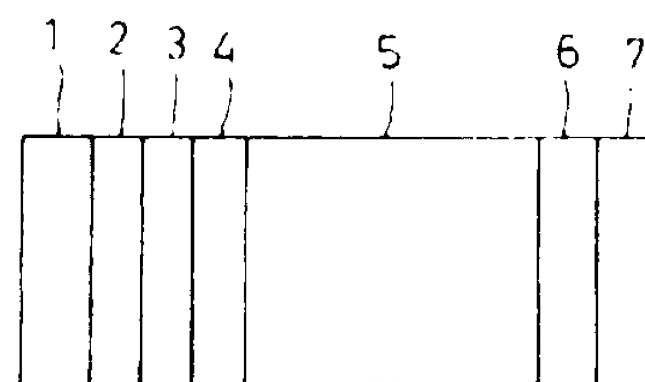
(ト)発明の効果

本発明は以上の説明の如く微結晶、又は多結晶半導体層と、他の半導体層と、の間に酸化シリコン、窒化シリコン、及び炭化シリコンのような絶縁性薄膜を挿入することにより、これらの薄膜が挿入されていないものに比べて著しく太陽光の電気エネルギーへの変換効率が向上し、光起電力装置としての性能を向上させることが可能となる。

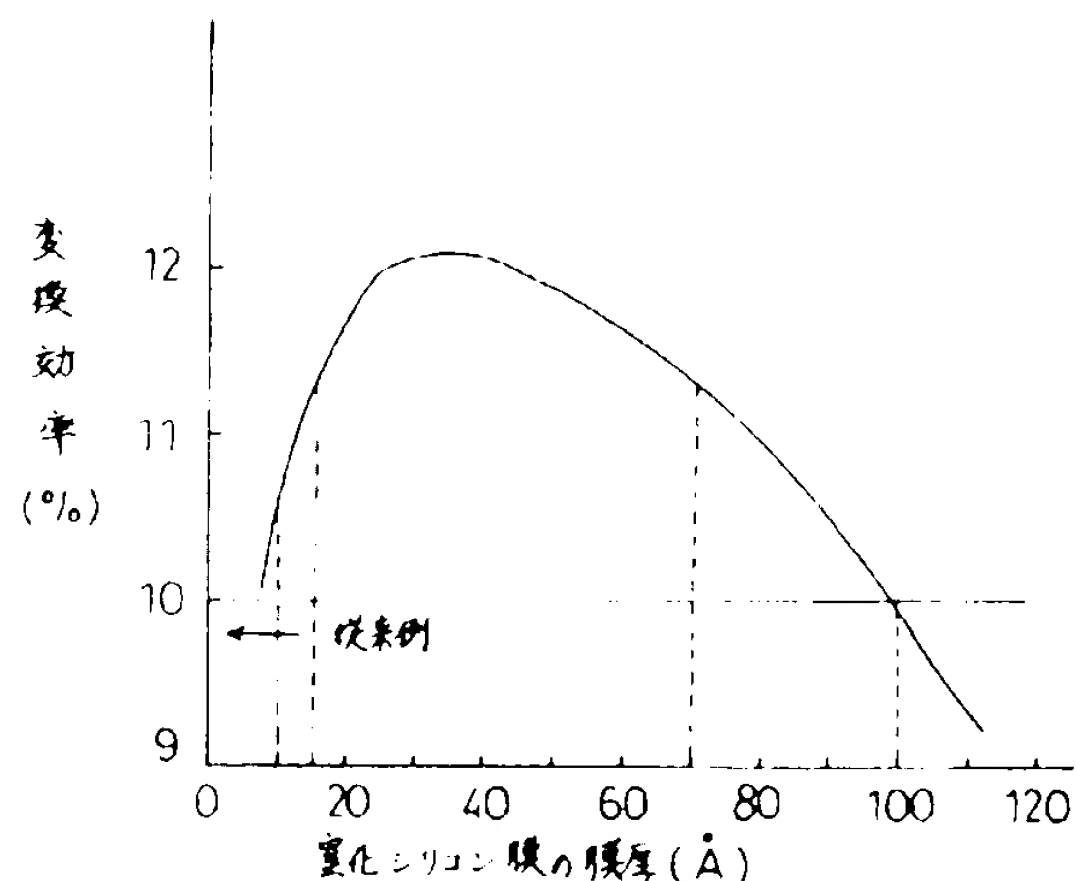
そして前記薄膜の挿入膜厚を10～100Åに設定することにより光-電変換効率は非常に高くなる効果が生まれる。

4. 図面の簡単な説明

第1図



第2図



第1図は本発明光起電力装置の第1実施例を示す断面図、第2図は同じく絶縁性薄膜の膜厚と変換効率の関係を示す曲線図、第3図は本発明の第2の実施例を示す断面図、第4図は第3実施例を示す断面図、第5図は第4実施例を示す断面図である。

(3)(11)……水素化微結晶シリコンカーバイド

(微結晶半導体)。

(4)(8)……窒化シリコン膜(絶縁性薄膜)。

(5)……p型非品質シリコン(非品質半導体)。

(6)……n型非品質シリコン(非品質半導体)。

(9)……n型微結晶シリコン(微結晶半導体)。

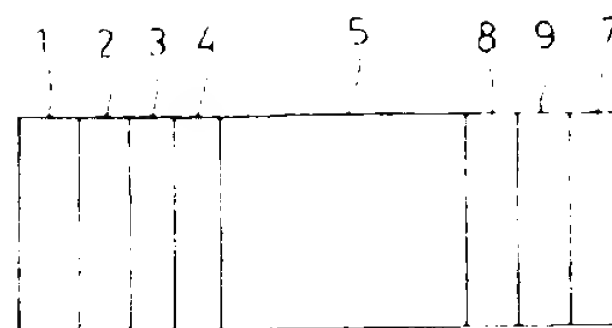
(10)(12)……炭化シリコン膜(絶縁性薄膜)。

(13)……多結晶シリコン(多結晶半導体)。

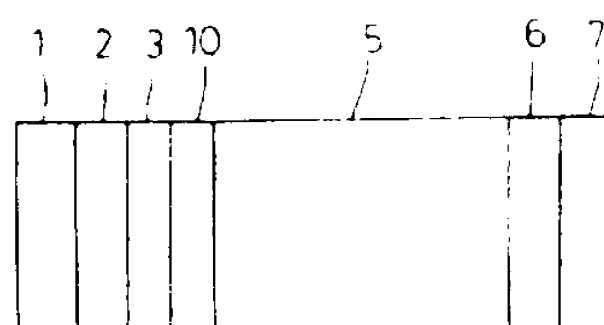
出願人 …… 洋電機株式会社

代理人 …… 弁護士 西野卓嗣(外2名)

第3図



第4図



第5図

